

UAB RVT Remote Video-Tutorship: Plataforma de vídeo-tutories

Ander Urquia Lopez

Resum — Vivim en un món globalitzat, on la distància ja no és una barrera i la immediatesa és un valor afegit, amb aquestes premisses, neix UAB RVT, una plataforma de vídeo-tutories enfocada a l'àmbit universitari, que té com a objectiu facilitar a professors i alumnes la realització de tutories de forma remota, de manera que cap de les dues parts implicades hagi de desplaçar-se a un lloc en concret i per tant, facilitar que ambdues parts puguin gestionar el temps de forma més eficient, estalviant-se desplaçaments, facilitant la possibilitat de compaginar els estudis / la docència amb altres projectes.

Paraules clau — WebRTC, PHP, HTML, CSS, SQL, JavaScript, jQuery, Node.js, Bootstrap, Ajax, videoconferència, vídeo-tutoria, RTP, TURN, STUN, signaling.

Abstract — We live in a globalized world, where distance is no longer a barrier and the immediacy is an added value, with these premisses, UAB RVT is born, a video-tutorship platform focused on university area, which aims to facilitate teachers and students making video-tutorships remotely, through platform. So that neither of the two parties involved have to move to any place in particular and therefore, facilitate that both parties can manage time more efficiently, saving the displacements, facilitating the possibility of combinin the studies / teaching with other projects.

Index Terms — WebRTC, PHP, HTML, CSS, SQL, JavaScript, jQuery, Node.js, Bootstrap, Ajax, videoconference, video-tutorship, RTP, TURN, STUN, signaling.



1 INTRODUCCIÓ

UAB RVT neix amb l'objectiu de facilitar a professors i alumnes la realització de tutories sense haver-se de desplaçar a un lloc en concret, mitjançant l'ús de la tecnologia *WebRTC* per tal de poder fer vídeo-tutories. D'aquesta manera, ambdues parts implicades poden beneficiar-se de tenir una comunicació oral/visual en temps real sense l'inconvenient d'haver d'invertir temps en desplaçar-se a un punt en comú.

Vivim en un món globalitzat on la distància no és barrera i el temps és més valuós, la majoria de professorat/alumnat compagina la seva feina relacionada amb la universitat amb altres projectes/feines, per tant, optimitzar el temps és vital per tal de poder compaginar-ho.

L'èxit i la viabilitat d'aquest projecte radica en l'aplicació de la tecnologia *WebRTC* (*Real-Time-Communications*), que ja implementen altres plataformes, en l'àmbit de la docència, una plataforma dissenyada i enfocada per a professors i alumnes, on puguin realitzar tutories a distància.

Inicialment, es tracta d'una experimentació amb la tecnologia *WebRTC* amb l'objectiu de que en un futur pugui estudiar-se la implantació d'aquesta funcionalitat/tecnologia a la plataforma per a estudiants i professors.

Les diferents APIs de *WebRTC* permeten que aplicacions que hagin sigut implementades fent-ne ús, puguin executar-se en diferents dispositius/navegadors sense haver d'especificar-ne paràmetres de configuració del dispositiu (càmera/micròfon), per tal de compartir la imatge i àudio en temps real, això és possible degut a que és el navegador, mitjançant el seu motor de Java, qui interactua amb el hardware del dispositiu, sense fer ús de plugins, és a dir, de forma nativa.

Això aporta un gran potencial a les aplicacions que utilitzen aquesta tecnologia, actualment, els navegadors i plataformes suportats són els següents:



Il·lustració 1: Navegadors i sistemes suportats

Aquest projecte consta de diferents parts:

1. Instal·lació i configuració d'un servidor físic que realitza les tasques de servidor web i publicació dels serveis a Internet.
2. Programació de la plataforma web.
3. Integració de la tecnologia *WebRTC* amb la plataforma web i el servidor de *Signaling*.

En aquest document es detalla el problema a resoldre i la solució a la qual s'ha arribat durant el desenvolupament del projecte, determinant els objectius, requisits metodologia i planificació seguida.

2 ESTAT DE L'ART

UAB RVT té com a propòsit innovar en la manera en com es realitzen les tutories entre professors i alumnes, permetent que es puguin realitzar a distància, mitjançant una solució implementada amb la tecnologia *WebRTC*.

2.1 Situació actual del professor

El professor pot impartir una o més assignatures, a la guia docent d'aquesta/es, defineix les hores en les quals podrà concertar tutories amb els alumnes, prèvia confirmació, i no disposa d'una eina "oficial" per tal de poder oferir aquest servei de manera remota.

- Millores que aplicarà UAB RVT pel professor:

L'objectiu que persegueix aquest projecte enfocat a l'àmbit universitari és precisament proporcionar una eina que permeti al professor gestionar les assignatures que imparteix, per tal de que puguin contactar-lo aquells alumnes que estiguin matriculats en alguna d'elles, i realitzar vídeo-tutories.

2.2 Situació actual de l'alumne

L'alumne es matricula a diverses assignatures i per cadascuna d'elles té una guia docent on el professor especifica els horaris en els quals podria tenir una tutoria sempre i quan es confirmi prèviament. Depenent de l'horari del professor, és possible que quedi fora del seu horari lectiu i per tant, hagi de quedar-se més hores al centre per tal d'evitar un desplaçament extra o bé, desplaçar-se expressament per tal d'assistir a l'hora de tutoria acordada amb el professor.

- Millores que aplicarà UAB RVT per l'alumne:

Permetrà a l'alumne gestionar les assignatures a les quals està matriculat per tal de poder veure si els professors que les imparteixen estan connectats per realitzar una vídeo-tutoria amb ells.

3 OBJECTIUS

Per tal de controlar el correcte desenvolupament del projecte, es van definir uns objectius els quals van ser classificats segons la seva prioritat per tal de no perdre'ls de vista durant el transcurs del projecte.

Objectiu	Prioritat
Presa de requisits dels usuaris finals a la fase inicial del projecte.	
Instal·lació i configuració del servidor.	
Disseny i implementació	

de la plataforma web backend/frontend i la BD.	
Integració de les diferents parts del projecte.	

Aplicació de tècniques de seguretat durant el desenvolupament	
Test de les diferents funcionalitats de la plataforma	
Implementació d'una app per Android	

Taula 1: Objectius del projecte

4 METODOLOGIA

Per tal d'assolir els objectius esmentats anteriorment, s'ha seguit un desenvolupament iteratiu i incremental basat en la metodologia *SCRUM*. Degut a que aquest projecte tant sols consta d'un sol membre, no ha sigut possible seguir aquesta metodologia fil per randa, però s'ha seguit en la mesura del possible, ja que es tracta d'un projecte complex en el qual ha sigut necessari obtenir resultats de forma immediata i a més a més, els requisits poden variar al llarg del temps.

Haver seguit aquestes pràctiques de la metodologia *SCRUM* ha aportat el següents beneficis:

- Flexibilitat per tal de resoldre canvis que s'han produït al transcurs del projecte.
- Qualitat del producte desenvolupat.
- Optimització en l'organització del temps.
- Reducció de riscos.

Cada iteració, sprint, ha tingut una durada de 2 setmanes, de manera que el projecte s'ha anat dividint en petits sub-projectes, perquè fos més senzill i òptim treballar-hi fins al punt d'anar assolint els diferents objectius marcats.

Per tal de seguir la metodologia, ha sigut necessari crear un llistat de requisits prioritzats. Un cop definit el llistat de requisit o tasques prioritzats, s'han anat afegint al sprint sempre tenint en compte que el temps necessari per realitzar-les no superés en cap cas les 2 setmanes.

Un cop determinades les tasques en les quals es treballaria durant les següents setmanes, sprints, i coincidint amb l'entrega dels diferents informes, s'ha concertat reunions amb el tutor per tal d'avaluar la feina realitzada, analitzar possibles canvis, etc. Aquest procés s'ha anat realitzant de forma iterativa durant el transcurs del projecte.

5 PLANIFICACIÓ

El projecte ha tingut una durada aproximada de 5 mesos, iniciant-se, aproximadament, el 08/10/2017 i finalitzant el

12/02/2018. Durant el transcurs del projecte ha sigut necessari realitzar modificacions conceptuals degut a problemes amb els quals ens hem anat trobant a mida que anàvem aprofundint en la tecnologia WebRTC.

Planificació inicial:

Tasca	Sub-tasca	Data d'inici	Data de finalització
Informe inicial		08/10/17	08/10/17
Sprint 1	Captació de requisits	09/10/17	23/10/17
	Instal·lació i configuració del servidor	09/10/17	23/10/17
	Documentació i investigació	09/10/17	23/10/17
Sprint 2	Disseny i implementació de la plataforma	23/10/17	06/11/17
	Disseny i implementació de la BD	23/10/17	06/11/17
	Documentació i investigació	23/10/17	06/11/17
Informe de progrés 1		12/11/17	12/11/17
Sprint 3	Disseny i implementació de la plataforma	06/11/17	20/11/17
	Disseny i implementació de la BD	06/11/17	20/11/17
	Documentació i investigació	06/11/17	20/11/17
Sprint 4	Disseny i implementació de la plataforma	20/11/17	04/12/17
	Disseny i implementació de la BD	20/11/17	04/12/17
	Documentació i investigació	20/11/17	04/12/17
Sprint 5	Disseny i implementació de la plataforma	04/12/17	18/12/17
	Seguretat web	04/12/17	18/12/17
	Documentació i investigació	04/12/17	18/12/17
Sprint 6	Disseny i implementació de la plataforma	18/12/17	01/01/18
	Seguretat web	18/12/17	01/01/18
	Documentació i investigació	18/12/17	01/01/18
Informe de progrés 2		24/12/17	24/12/17
Sprint 7	Testing	01/01/18	15/01/18
Sprint 8	Documentació	15/01/18	29/01/18
Esborrany informe final		26/01/18	26/01/18
Esborrany presentació		11/02/18	11/02/18
Entrega final		12/02/18	12/02/18

Il·lustració 2: Planificació inicial del projecte

Tot i que s'ha seguit la planificació inicial, ja que les tasques eren genèriques, finalment ha sigut necessari invertir més hores fora del sprint degut a que a mesura que aprofundia en el tema, anaven sorgint temes a tractar que inicialment no s'havien concebut degut al desconeixement de la tecnologia a emprar en el projecte. Aprofundirem en els detalls en l'apartat de desviacions.

A continuació es detalla els documents que s'han anat generant en forma d'entregables durant els diferents sprints dels quals consta el projecte:

Sprint	Entregable
0	Informe Inicial
1	Enquesta, mockups web, evidències de la instal·lació i configuració del servidor
2	Plataforma Web, Model E-R
3	Informe de progrés I, pla de viabilitat,
3-4	Creació de la BD
4	Plataforma web
6	Informe de progrés II
8	Entrega aplicació final

Taula 2: Entregables del projecte

6 REQUISITS

Degut a que la primera tasca que es va dur a terme un cop enfocat el projecte, va ser, precisament, recopilar els requisits que els potencials usuaris de la plataforma necessitaven, s'ha pogut aconseguir que l'acollida per part dels usuaris que han pogut provar la plataforma, fos bona, sobretot tenint en compte que es tracta d'una versió alpha i que encara és necessari dedicar-hi més hores fora del projecte per

tal de donar-li continuïtat.

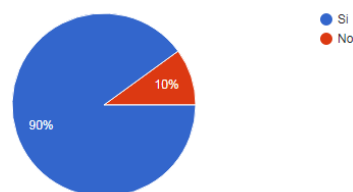
6.1 Recopilació de requisits

Com no podia ser d'altre manera, s'han anat establint els pilars del projecte tenint sempre en compte a l'usuari final i s'ha comptat amb la seva opinió al llarg de tot el projecte, inicialment, es va realitzar una enquesta i durant el transcurs s'ha anat consultant a diferents possibles usuaris finals.

L'enquesta inicial constava de 7 senzilles preguntes que van servir per establir els fonaments sobre els quals es començaria a construir el projecte, com per exemple:

Els dispositius des dels quals accedien al CV, funcionalitats que hi trobaven a faltar, la seva opinió respecte del sistema actual per tal de concertar hores de tutoria, etc.

4 - Creus que seria útil una plataforma per tal de poder resoldre dubtes en temps real i sense haver d'anar al despatx del professor/a?



Il·lustració 3: Pregunta inclosa en l'enquesta

A continuació, s'especifiquen els diferents requisits funcionals/no funcionals així com el pes que tenen i les restriccions del projecte/plataforma web. Cal tenir en compte que inicialment, a l'hora d'establir els objectius del projecte, es va contemplar la possibilitat de desenvolupar una app per Android, però com que la web seria responsive i la tecnologia WebRTC s'adaptava a diferents dispositius, va descartar-se invertir temps en desenvolupar-la, per tant, els requisits i restriccions que es mostren a continuació són relatius a la plataforma web:

6.2 Requisits funcionals

❖ Professor:

Importància	Requisit
Essencial	Vídeo-tutories amb els alumnes
Condicional	Donar d'alta assignatures
	Veure el llistat d'alumnes inscrits
	Donar-se de baixa
	Recordar contrasenya
	Modificar dades de registre
Opcional	Veure els alumnes connectats

Taula 3: Requisits funcionals de la plataforma (Professor)

❖ Alumne:

Importància	Requisit
Essencial	Vídeo-tutories amb els professors
Condicional	Inscriure's en assignatures
	Donar-se d'alta/baixa
	Recordar contrasenya
Opcional	Modificar dades de registre
	Veure els professors connectats

Taula 4: Requisits funcionals de la plataforma (Alumne)

6.3 Requisits no funcionals

A continuació es llisten els requisits no funcionals classificats pel grau d'importància i si han pogut ser realitzats o no:

Importància	Requisit
Essencial	Confidencialitat de les dades
	Comunicacions segures amb la plataforma (SSL)
	Evitar la duplicació de dades a la BD
	Missatges d'error descriptius
	Velocitat de processament a la BD (<7 segons)
	Concurrencia d'usuaris (>25 usuaris connectats)
	Xifrat de contrasenyes sha256
Condicional	Sistema de backups setmanals de la BD
Opcional	

Taula 5: Requisits no funcionals de la plataforma

6.4 Restriccions

A continuació es detallen les restriccions del projecte classificades segons la seva topologia:

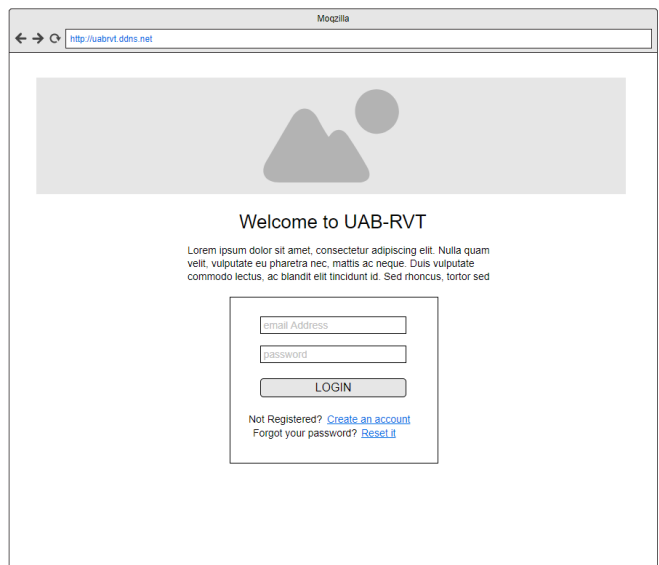
Tipus	Restricció
Temps	La data d'entrega del projecte serà el 12 de Febrer.
Rendiment	El projecte té una complexitat alta degut a que és implementat per una única persona.
Legal	La llei 15/1999 de Protecció de dades de caràcter personal no ha sigut infringida.

Taula 6: Restriccions del projecte

6.5 Mockup

Un cop recavada l'opinió per part de possibles usuaris finals de la plataforma, es va dur a terme el disseny dels *mockups* de la plataforma web, la versió inicial presentada al tutor va ser modificada posteriorment, per tal de simplificar una mica el projecte i treure funcionalitats que no compensaven valor/temps.

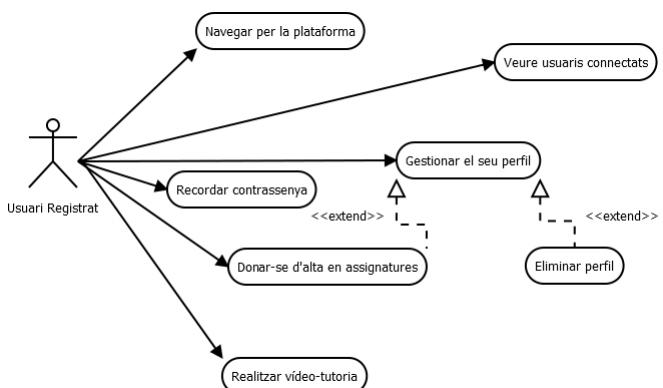
mockups inicials, es van presentar a un grup d'usuaris, que prèviament havien col·laborat en l'enquesta per tal de veure com hi interactuaven amb l'objectiu d'extreure conclusions i millorar el disseny abans d'iniciar el procés d'implementació.



Il·lustració 5: Mockup de la plataforma

6.6 Casos d'ús

Un cop obtinguda l'opinió d'usuaris potencials de l'aplicació, dissenyats i provats els primers mockups, es defineixen les accions que podran realitzar els diferents tipus d'usuaris de la plataforma.

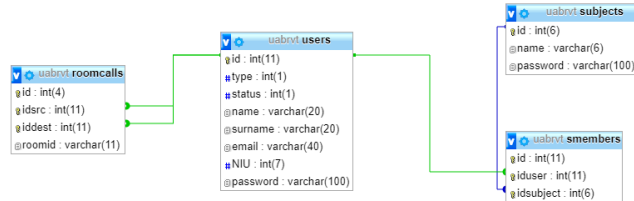


Il·lustració 4: Diagrama casos d'ús

Cal tenir en compte que una vegada modificats els

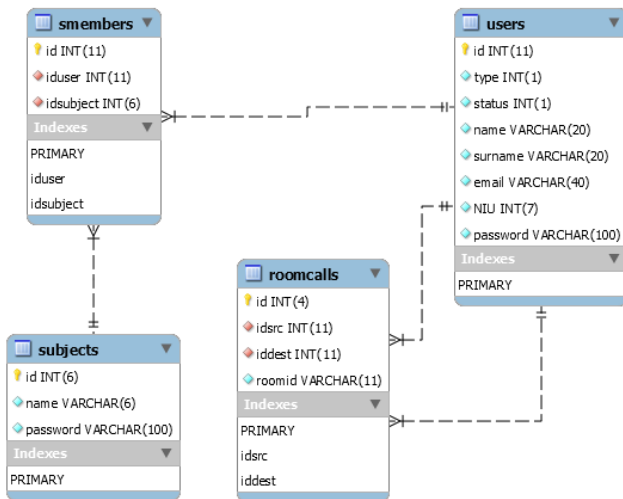
7 DISSENY

Una vegada obtinguts els requisits i dissenyat el prototipus, definides les accions dels usuaris i dissenyats els diagrames (E-R/UML) de la BD, s'ha implementat la base de dades *MySQL* de la plataforma.



Il·lustració 6: Disseny de la BD.

La BD consta de 4 taules: users, subjects, smembers i roomcalls, per la versió alpha de la plataforma, s'ha fet ús de la taula users, per a futures versions, s'inclourà l'ús de les altres 3 restants, per tal de poder gestionar les assignatures i els seus membres i poder automatitzar i fer transparent per a l'usuari l'intercanvi del *token* necessari per a iniciar una vídeo-tutoria.



Il·lustració 7: Diagrama UML de la BD.

8 IMPLEMENTACIÓ

8.1 Web:

8.1.1 Maquetació: HTML, CSS, Bootstrap

Per implementar la plataforma web, s'ha optat per un disseny senzill amb l'objectiu de que sigui lleugera, per afavorir tant l'experiència de l'usuari, com la concurrència d'usuaris en el servidor i s'ha utilitzat una combinació de colors treballada i evitant l'ús d'objectes pesats.



Il·lustració 8: Home Page de la plataforma web.

S'ha treballat la fulla d'estils per tal d'optimitzar la plataforma en diferents dispositius, principal motiu pel qual s'ha fet ús del framework *Bootstrap*.

La utilització d'aquest framework facilita la tasca de tenir objectes que s'adaptin en funció de les dimensions de la pantalla on es mostra, facilitant la tasca de programar una plataforma web responsive.

```

@media (min-width: 1200px) {
    .col-1g-1, .col-1g-2, .col-1g-3, .col-1g-4, .col-1g-5,
    float: left;
}
.col-1g-12 {
    width: 100%;
}
.col-1g-11 {
    width: 91.66666667%;
}
.col-1g-10 {
    width: 83.33333333%;
}
    
```

Il·lustració 9: Fragment del CSS de Bootstrap

8.1.2 Funcionalitat: PHP, JavaScript, jQuery, Ajax

La major part de la funcionalitat de la plataforma web ha sigut implementada mitjançant el llenguatge PHP, per tal de gestionar la informació dels formularis: Consulta, inserció, actualització i eliminació de dades de la BD.

En el desenvolupament de la sala de vídeo-tutories, s'ha utilitzat, principalment, JavaScript, per tal d'iniciar la vídeo-tutoria (*WebRTC*) i, en menor mesura, PHP i Ajax per tal d'obtenir els usuaris online.

A continuació s'explica més detalladament la implementació d'algunes de les funcionalitats de la plataforma:

• Gestió d'usuaris:

Els usuaris es gestionen des de diferents apartats de la web: registre, login, perfil (estudiant/professor), editar perfil, eliminar usuari i llistar els usuaris en línia.

Tots aquests apartats tenen en comú l'ús de HTML, CSS i Bootstrap per la maquetació i PHP i PDO (PHP Data Objects) per interactuar amb les dades dels formularis i fer les consultes SQL a la BD.

```
if($_SERVER["REQUEST_METHOD"] == "POST"){
    $name = trim($_POST["name"]);
    $surname = trim($_POST["surname"]);
    $NIU = trim($_POST["NIU"]);

    $sql = "UPDATE users SET name = :name, surname = :surname,
    NIU = :NIU WHERE email= :email";
    $stmt = $pdo->prepare($sql);
    $stmt->bindParam(":name", $name, PDO::PARAM_STR);
    $stmt->bindParam(":surname", $surname, PDO::PARAM_STR);
    $stmt->bindParam(':email', $email, PDO::PARAM_STR);
    $stmt->bindParam(":NIU", $NIU, PDO::PARAM_INT);
    if($stmt->execute()){
        // Redirect to profile
        header("location: profile.php");
    } else{
        echo "Something went wrong. Please try again later.";
    }
}
```

Il·lustració 10: Fragment de Codi PHP per actualitzar les dades de l'usuari utilitzant PDO.

• Vídeo-tutories:

Aquesta secció de la plataforma és la que combina més llenguatges de programació, frameworks i llibreries.

La maquetació s'ha realitzat utilitzant HTML, CSS i Bootstrap i pel que fa a la funcionalitat, principalment JavaScript i les llibreries Socket.io (websocket) i RTCMulticonnection, una llibreria JavaScript que s'executa per sobre de l'API RTCPeerConnection, una de les API de WebRTC, per proporcionar escenaris d'establiment de sessions múltiples.

Per integrar la tecnologia WebRTC a la pàgina són necessàries 3 llibreries JavaScript:

1. RTCMulticonnection
2. getMediaElement
3. Socket.io

```
<script src="https://rtcmulticonnection.herokuapp.com/dist/RTCMultiConnection.min.js"></script>
<!-- custom layout for HTML5 audio/video elements -->
<script src="https://cdn.webrtc-experiment.com/getMediaElement.js"></script>
<!-- socket.io for signaling -->
<script src="https://rtcmulticonnection.herokuapp.com/socket.io/socket.io.js"></script>
```

Taula 7: JavaScripts que s'executen al costat del client.

I definir la URL del servidor on s'executa el servidor socket.io:

```
connection.socketURL = 'https://rtcmulticonnection.herokuapp.com:443/';
```

Taula 8: Definició del servidor socket.io

Quan l'usuari clica sobre les opcions "Crear sala"/"Unir-se" o "Auto-crear/unir-se a la sala", s'executen les diferents funcions de JavaScript que fan ús de les llibreries prèviament nombrades per tal d'obtenir la imatge i àudio de la càmera/micròfon i establir la connexió amb el servidor de Signaling, socket.io que s'executa per sobre Node.js a l'espera de que accedeixi el 2n usuari.

```
document.getElementById('open-room').onclick = function() {
    disableInputButtons();
    connection.open(document.getElementById('room-id').value, function() {
        //showRoomURL(connection.sessionid);
    });
};

document.getElementById('join-room').onclick = function() {
    disableInputButtons();
    connection.join(document.getElementById('room-id').value);
};

document.getElementById('open-or-join-room').onclick = function() {
    disableInputButtons();
    connection.openOrJoin(document.getElementById('room-id').value,
    function(isRoomExists, roomid) {
        if(!isRoomExists) {
            //showRoomURL(roomid);
        }
    });
};
```

Il·lustració 11: Fragment de JavaScript de la implementació de les funcions dels botons de la sala.

La llibreria *getMediaElement* s'encarrega de l'obtenció i gestió de les imatges i àudio de la càmera i micròfon del dispositiu.

Socket.io és la llibreria JavaScript encarregada de la comunicació bidireccional en temps real entre el client i el servidor web.

Per últim, *RTCMulticonnection* és la llibreria que funciona per sobre de *RTCPeerConnection*, API encarregada de crear una connexió entre els usuaris i la transmissió de l'àudio/vídeo entre ells.

Quan l'usuari que ha iniciat la comunicació (crea la sala) facilita el *roomid* (token que identifica la connexió) al 2n usuari, aquest l'introdueix, i clica a "unir-se", executa la funció que li permet establir la connexió i compartir l'àudio i vídeo amb el 1r usuari.

De manera transparent a l'usuari, simplement amb l'intercanvi del token, en el costat del servidor on s'executa l'aplicació de Signaling, la qual s'encarrega del procés de coordinar la comunicació entre els usuaris, s'ha emmagatzemat tota la informació necessària per part dels usuaris participants en la comunicació per poder establir la connexió:

- Els missatges de control de sessió utilitzats per obrir o tancar la comunicació.
- Missatges d'error.
- Metadata de medis com còdecs, configuracions dels còdecs, ampli de banda i tipus de medis.
- Dades clau, utilitzades per establir una connexió segura.
- Dades de la xarxa, com les IPs públiques dels hosts i el port.

Aquesta informació, s'ha obtingut/enviat mitjançant les llibreries JavaScript prèviament esmentades, al servidor que implementa l'aplicació de *Signaling*. En el proper apartat, Servidor WebRTC, aprofundirem més al respecte.

En l'apartat on es visualitzen els usuaris en línia, s'ha fet servir PHP, PDO i jQuery per tal d'obtenir, imprimir i refrescar el llistat cada 20 segons.

```
<script>
    setInterval(
        function()
        {
            $('#onlineusers').load('onlineusers.php');
        }, 12000); //20segons
</script>
```

Il·lustració 12: Funció jQuery per a refrescar les dades.

- Seguretat:

Amb l'objectiu d'evitar vulnerabilitats, totes les dades dels formularis s'obtenen mitjançant el mètode POST, les contrassenyes s'han xifrat fent ús de l'algoritme *sha256*, i com ja s'ha explicat anteriorment, totes les consultes a la BD són parametritzades mitjançant PDO per tal d'evitar les vulnerabilitats de *SQL Injection*.

```
$sql = "INSERT INTO users (type, status, name, surname, email, NIU, password)
VALUES (:type, :status, :name, :surname, :email, :NIU, :password)";

if($stmt = $pdo->prepare($sql)){
    // Bind variables to the prepared statement as parameters

    $stmt->bindParam(":type", $type, PDO::PARAM_INT);
    $stmt->bindParam(":status", $status, PDO::PARAM_INT);
    $stmt->bindParam(":name", $name, PDO::PARAM_STR);
    $stmt->bindParam(":surname", $surname, PDO::PARAM_STR);
    $stmt->bindParam(":email", $param_email, PDO::PARAM_STR);
    $stmt->bindParam(":NIU", $NIU, PDO::PARAM_INT);
    $stmt->bindParam(":password", $param_password, PDO::PARAM_STR);

    // Set parameters
    $param_email = $email;
    $param_password = password_hash($password, PASSWORD_DEFAULT); // Creates a
    password hash

    // Attempt to execute the prepared statement
    if($stmt->execute()){
        // Redirect to home page
        header("location: index.php");
    } else{
        echo "Something went wrong. Please try again later.";
    }
}
```

Il·lustració 13: Fragment de consulta del formulari de registre utilitzant PDO.

La plataforma funciona sobre HTTPS, requisit indispensable per tal de poder compartir la càmera i el micròfon, per tal de fer-ho possible, es va crear un certificat SSL auto signat que fa servir el mòdul d'Apache.

```
root@UAB-RVT-Server:~# sudo openssl req -x509 -nodes -days 365 -newkey rsa:2048
-keyout /etc/ssl/private/apache-selfsigned.key -out /etc/ssl/certs/apache-selfsigned.crt
```

Il·lustració 14: Creació del certificat al servidor web.

8.2 Servidor WebRTC

En aquest servidor està corrent Node.js, un entorn en temps d'execució multi plataforma on s'executa V8, l'entorn d'execució per a JavaScript, alhora té diversos mòduls compilats com Socket.io i en aquest cas també inclou l'execució de l'aplicació de *Signaling* implementada dins de *RTCMulticonnection*.

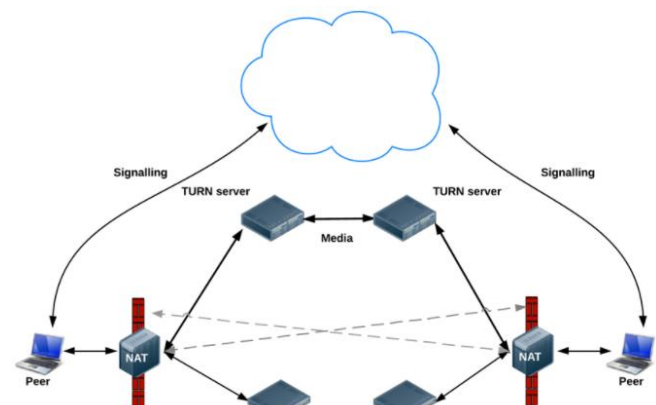
Aquest motor JavaScript executa l'aplicació de *Signaling*, la qual s'encarrega del procés de coordinar la comunicació entre els usuaris amb l'objectiu de poder establir la connexió.

Per establir la connexió entre els 2 usuaris (*peers*) a través d'Internet, són necessaris 2 tipus de servidors anomenats *TURN* (*Traversal Using Relays around NAT*) i *STUN* (*Session Traversal Utilities for NAT*) per poder travessar els diferents firewalls i NATs darrera dels que es troben la majoria de hosts.

El servidor *STUN* utilitza el protocol de xarxa amb el mateix nom, per d'identificar la IP pública, el tipus de NAT en el que es troba i el port d'Internet associat amb el port local a través de NAT cadascun dels *peers*

El servidor *TURN* realitza la mateixa funcionalitat que el servidor *STUN*, però a més a més, permet retransmetre el tràfic si la connexió directe (*peer to peer*) falla.

En aquest projecte, els serveis *TURN/STUN* són externs al servidor de la plataforma web, concretament, el servei *TURN* està implementat dins del servidor que ha estat desenvolupat pel creador de la llibreria *RTCMulticonnection* i el servei *STUN* s'executa en un servidor de Google.



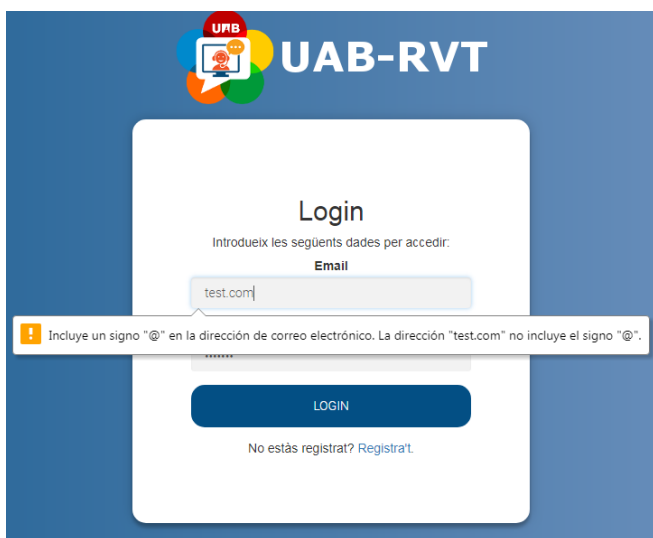
Il·lustració 15: Interacció entre usuaris, servidor de Signaling, STUN/TURN.

9 PROVES

Per tal de testejar les diferents funcionalitats de la plataforma, s'han realitzat diferents tipus de tests:

❖ Proves manuals:

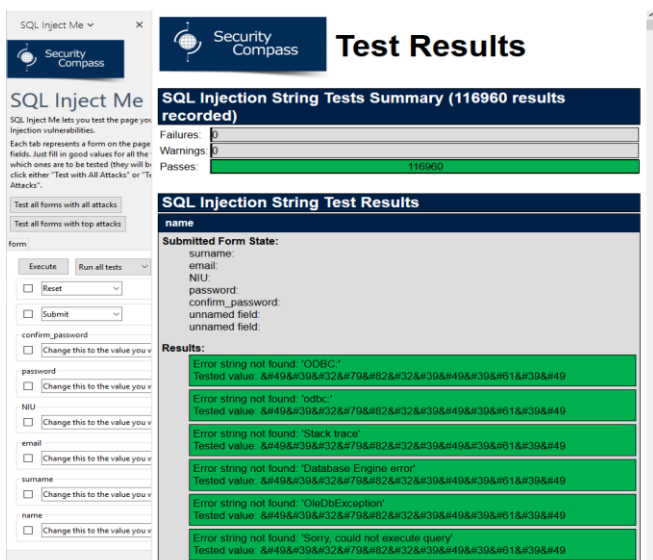
- Proves de caixa negra per tal d'avaluar els requisits funcionals a partir de casos de prova creats mitjançant els diferents casos d'ús.
- Proves d'estrès per tal de determinar on estava el límit del servidor/plataforma.
- Proves de rendiment amb l'objectiu de mesurar els diferents temps de resposta.
- Proves d'integració



Il·lustració 16: Prova manual per validar la comprovació de les dades del formulari.

❖ Proves automàtiques:

Proves per tal de determinar la seguretat vers a atacs de SQL injection en els formularis de la plataforma. Per aquestes proves s'ha utilitzat *SQL Inject Me*, un addon per Mozilla Firefox que permet realitzar tota una bateria de proves de forma automatitzada.



Il·lustració 17: Resultats dels jocs de proves de SQL Injection.

10 RESULTATS

Durant el transcurs del projecte, s'han portat a la pràctica molts dels coneixements adquirits al llarg de la carrera i també se n'han adquirit molts de nous, específics de la temàtica del projecte, que han comportat moltes hores d'estudi per tal de comprendre i poder fer ús de tots els llenguatges de programació, llibreries, frameworks i la tecnologia WebRTC que és molt àmplia i implica coneixements a nivell d'aplicació i també de xarxes.

El resultat obtingut és una plataforma que permet satisfer els principals objectius pels quals va ser concebuda, tot i que, la manca de temps, no ha permès aprofundir tant com inicialment s'havia imaginat. L'entrega final és una versió alfa, que dista del punt on es vol arribar, però el projecte tindrà continuïtat i per futures versions s'implementaran funcionalitats més complexes que permetran que l'aplicació sigui més potent i atractiva per a futurs usuaris. Aquesta versió inicial, ha servit per adquirir els coneixements sobre la tecnologia i la seva implementació

La plataforma permet a usuaris comunicar-se entre si mitjançant sales de vídeo-tutories sempre i quan intercanviïn manualment l'identificador de la sala.



Il·lustració 18: Sala de vídeo-tutories

11 CONCLUSIÓ I LÍNIES FUTURES

Gràcies a la feina realitzada durant el dia a dia, s'ha pogut construir la base per una plataforma que té molt de recorregut, actualment satisfà les necessitats més bàsiques per les quals va ser concebuda, tot i així, dista de com va ser concebuda inicialment sense tenir els coneixements necessaris per tal d'avaluar la complexitat que comportaria implementar-la. La constància i planificació han permès assolir un projecte de gran complexitat en un temps bastant just per tal de dur-lo a terme amb una sola persona.

Personalment, el projecte m'ha permès descobrir el món de WebRTC, les comunicacions peer to peer i ser conscient del potencial que té aquesta tecnologia. Durant la implementació de la plataforma he pogut treballar en profunditat amb diversos llenguatges de programació, el fet de tenir un servidor físic també m'ha permès treballar més la part de sistemes per tal de tenir un servidor web funcional i accessible des d'Internet, el qual també ha comportat una feina d'administració de xarxes.

La gran conclusió que he pogut treure de la realització d'aquest projecte és que és molt difícil poder fer una planificació i definició d'objectius sense tenir un coneixement sòlid de tota la tecnologia que serà necessària per dur-lo a terme. Degut a això, no s'ha pogut assolir la perfecció ja que els objectius i dissenys inicials són molt ambiciosos. Aquesta primera versió alfa és una base per tal de seguir desenvolupant el projecte i poder arribar a la complexitat tècnica que inicialment s'havia determinat des del descobriment que comportava.

12 DESVIACIONS

Durant el transcurs del projecte s'han produït diferents desviacions, principalment degut al desconeixement de la tecnologia i la complexitat de la mateixa. Es van invertir moltes hores per tal de poder implementar els serveis de *TURN / STUN* i Signaling en el mateix servidor de la plataforma web, el temps invertit en la recerca i implementació no van donar els resultats esperats i el temps anava passant. Així que per tal de tenir una primera versió funcional, es va decidir simplificar i fer servir implementacions externes d'aquests serveis. Això també va provocar que la implementació inicial de la sala de vídeo-tutories sigui diferent a la concebuda inicialment. Actualment, l'intercanvi de l'identificador per tal d'establir la connexió entre els usuaris s'ha de realitzar manualment, però per properes versions, es realitzarà de forma transparent pels usuaris.

13 BIBLIOGRAFIA

[1] WebRTC Blueprints

En el text: (Sergiienko, 2014)

Bibliografia: Sergiienko, A. (2014). WebRTC Blueprints. Birmingham [u.a.]: Packt Publishing.

[2] REAL TIME COMMUNICATION WITH WEBRTC

En el text: ("Real time communication with WebRTC", 2017)

Bibliografia: Real time communication with WebRTC. (2017). Codelabs.developers.google.com. Disponible a: <https://codelabs.developers.google.com/code-labs/WebRTC-web/#0>

[3] STEP-BY-STEP IMPLEMENTATION OF VIDEO CONFERENCE USING WEBRTC

En el text: ("Step-By-Step Implementation of Video Conference using WebRTC", 2017)

Bibliografia: Step-By-Step Implementation of Video Conference using WebRTC. (2017). Script Tutorials. Disponible a: <https://www.script-tutorials.com/step-by-step-WebRTC/>

[4] HOW TO CREATE A SELF-SIGNED SSL CERTIFICATE FOR APACHE IN UBUNTU 16.04 | DIGITALOCEAN

En el text: ("How To Create a Self-Signed SSL Certificate for Apache in Ubuntu 16.04 | DigitalOcean", 2017)

Bibliografia: How To Create a Self-Signed SSL Certificate for Apache in Ubuntu 16.04 | DigitalOcean. (2017). Digitalocean.com. Disponible a: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-create-a-self-signed-ssl-certificate-for-apache-in-ubuntu-16-04>

[5] XAMPP INSTALLERS AND DOWNLOADS FOR APACHE FRIENDS

En el text: ("XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends", 2017)

Bibliografia: XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends. (2017). Apachefriends.org. Disponible a: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>

[6] GETTING STARTED WITH WEBRTC - HTML5 ROCKS

En el text: (HTML5 Rocks - A resource for open web HTML5 developers, 2018)

Bibliografia: HTML5 Rocks - A resource for open web HTML5 developers. (2018). Getting Started with WebRTC - HTML5 Rocks. Disponible a: <https://www.html5rocks.com/en/tutorials/webRTC/basics/>

[7] W3SCHOOLS ONLINE WEB TUTORIALS

En el text: (W3schools.com, 2018)

Bibliografia: W3schools.com. (2018). W3Schools Online Web Tutorials. Disponible a: <https://www.w3schools.com/>

[8] What is RTCMultiConnection?

En el text: (Khan, 2018)

Bibliografia: Khan, M. (2018). What is RTCMultiConnection?. Es.slideshare.net. Disponible a: <https://es.slideshare.net/MuazKhan/what-is-rtcmulticonnection>

[9] WEBRTC 1.0: REAL-TIME COMMUNICATION BETWEEN BROWSERS

En el text: (W3c.github.io, 2018)

Bibliografia: W3c.github.io. (2018). WebRTC 1.0: Real-time Communication Between Browsers. Disponible a: <http://w3c.github.io/webrtc-pc/>

[10] RTCMultiConnection | WebRTC

En el text: (Khan, 2018)

Bibliografia: Khan, M. (2018). RTCMultiConnection | WebRTC. Rtcmulticonnection.org. Disponible a: <http://www.rtcmulticonnection.org/>

[11] PHP: PDO - MANUAL
En el text: (Php.net, 2018)

Bibliografia: Php.net. (2018). PHP: PDO - Manual. Disponible a: <http://php.net/manual/es/book.pdo.php>

[12] NODE.JS, F.
Node.js
En el text: (Node.js, 2018)
Bibliografia: Node.js, F. (2018). Node.js. Node.js. Disponible a: <https://nodejs.org/es/>

[13] BOOTSTRAP
En el text: (Mark Otto, 2018)
Bibliografia: Mark Otto, a. (2018). Introduction. Getbootstrap.com. Disponible a: <https://getbootstrap.com/docs/4.0/getting-started/introduction/>

APÈNDIX

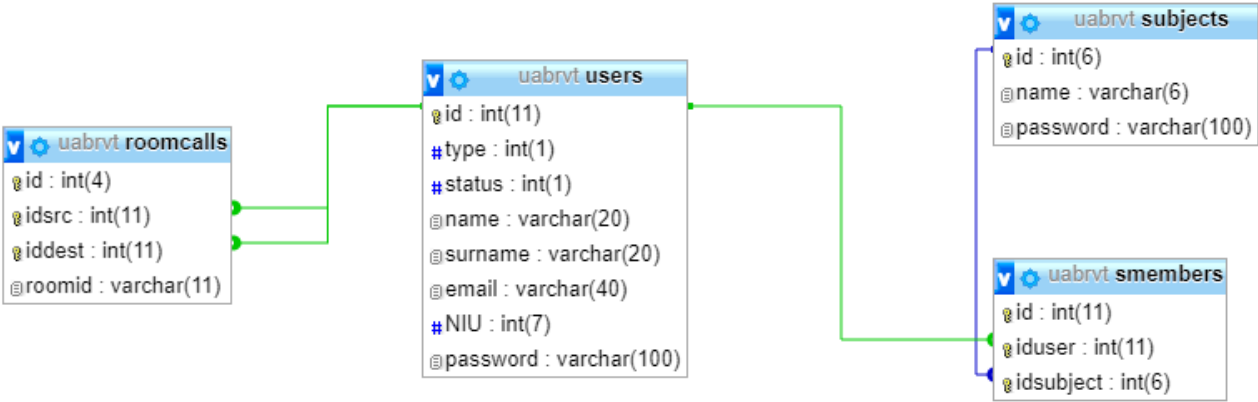
A1. PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE

En aquest apèndix s’inclou la planificació seguida durant els diferents sprints del projecte.

Tasca	Sub-tasca	Data d’inici	Data de finalització
Informe inicial		08/10/17	08/10/17
Sprint 1	Captació de requisits	09/10/17	23/10/17
	Instal·lació i configuració del servidor	09/10/17	23/10/17
	Documentació i investigació	09/10/17	23/10/17
Sprint 2	Disseny i implementació de la plataforma	23/10/17	06/11/17
	Disseny i implementació de la BD	23/10/17	06/11/17
	Documentació i investigació	23/10/17	06/11/17
Informe de progrés 1		12/11/17	12/11/17
Sprint 3	Disseny i implementació de la plataforma	06/11/17	20/11/17
	Disseny i implementació de la BD	06/11/17	20/11/17
	Documentació i investigació	06/11/17	20/11/17
Sprint 4	Disseny i implementació de la plataforma	20/11/17	04/12/17
	Disseny i implementació de la BD	20/11/17	04/12/17
	Documentació i investigació	20/11/17	04/12/17
Sprint 5	Disseny i implementació de la plataforma	04/12/17	18/12/17
	Seguretat web	04/12/17	18/12/17
	Documentació i investigació	04/12/17	18/12/17
Sprint 6	Disseny i implementació de la plataforma	18/12/17	01/01/18
	Seguretat web	18/12/17	01/01/18
	Documentació i investigació	18/12/17	01/01/18
Informe de progrés 2		24/12/17	24/12/17
Sprint 7	Testing	01/01/18	15/01/18
Sprint 8	Documentació	15/01/18	29/01/18
Esborrany informe final		26/01/18	26/01/18
Esborrany presentació		11/02/18	11/02/18
Entrega final		12/02/18	12/02/18

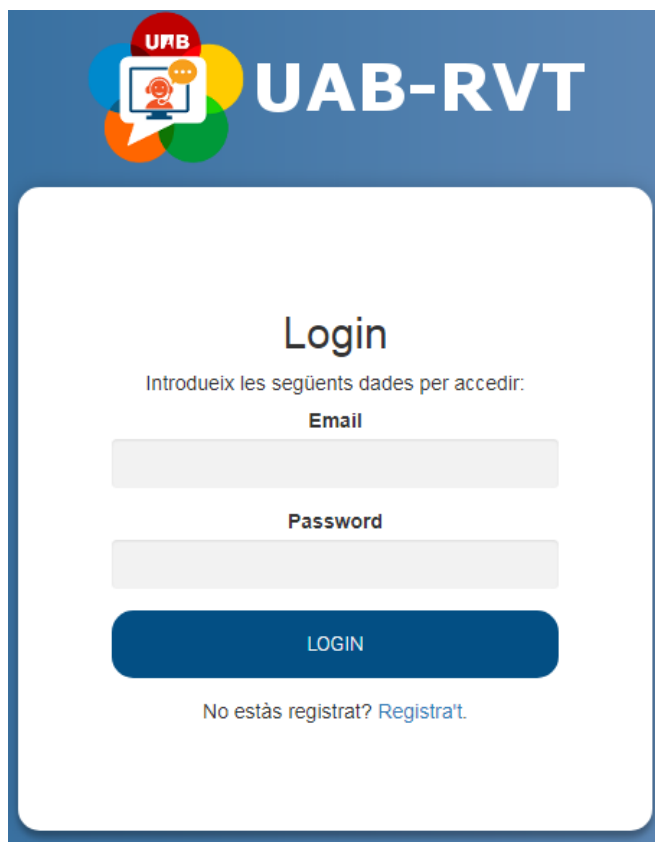
A2. DISSENY DE LA BASE DE DADES

Diagrama de la base de dades.



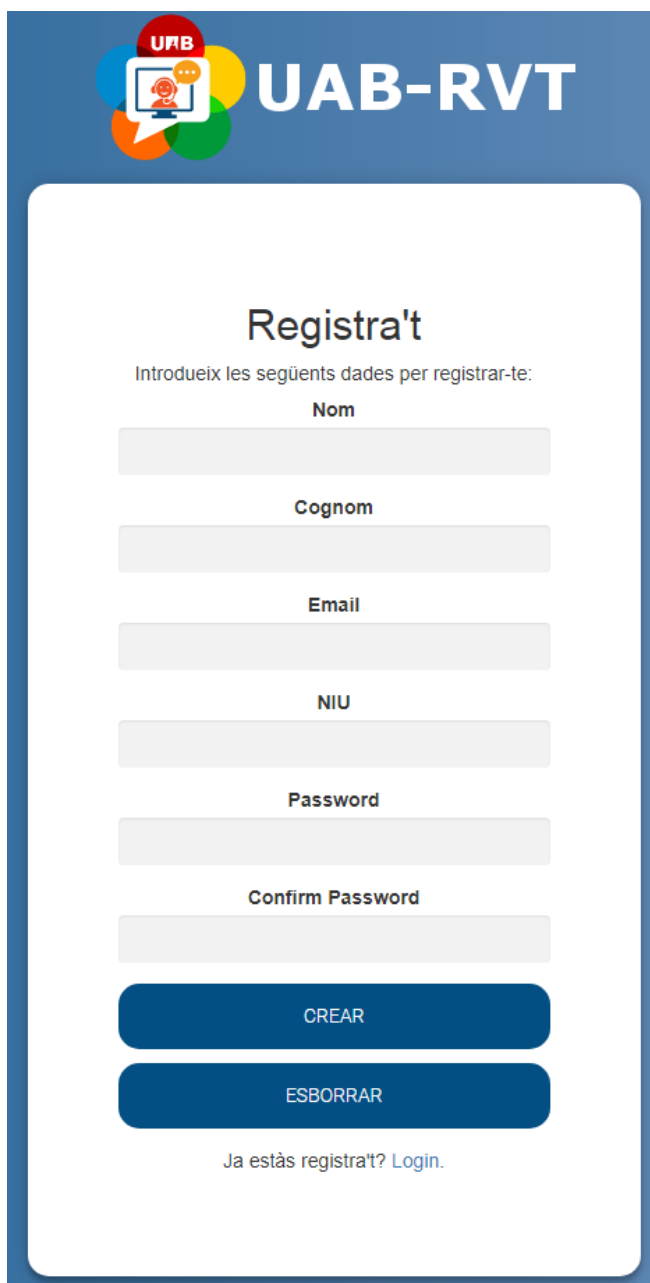
A3. AMPLIACIÓ DELS RESULTATS

Aquest apèndix serveix per tal d'ampliar l'apartat de resultats.



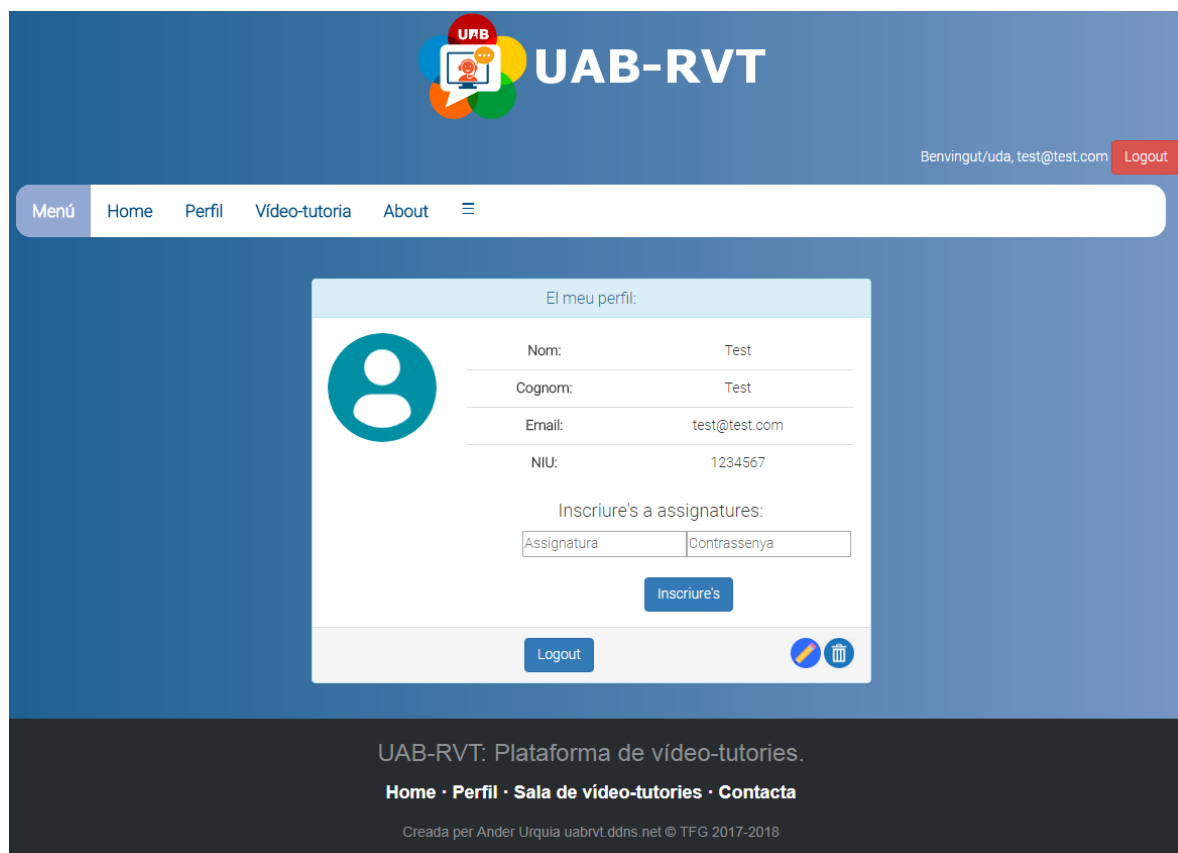
The login form is titled "UAB-RVT" with a logo featuring a red speech bubble with "UAB" and a white speech bubble with a red "X" and three dots. Below the title, the heading "Login" is centered. The instruction "Introdueix les següents dades per accedir:" is followed by two input fields labeled "Email" and "Password". A blue button labeled "LOGIN" is positioned below the fields. At the bottom, the text "No estàs registrat? [Registra't](#)." is displayed.

Formulari de login.



The registration form is titled "UAB-RVT" with the same logo as the login form. Below the title, the heading "Registra't" is centered. The instruction "Introdueix les següents dades per registrar-te:" is followed by five input fields labeled "Nom", "Cognom", "Email", "NIU", and "Password". A "Confirm Password" field is also present. Below the fields are two blue buttons labeled "CREAR" and "ESBORRAR". At the bottom, the text "Ja estàs registrat? [Login](#)." is displayed.

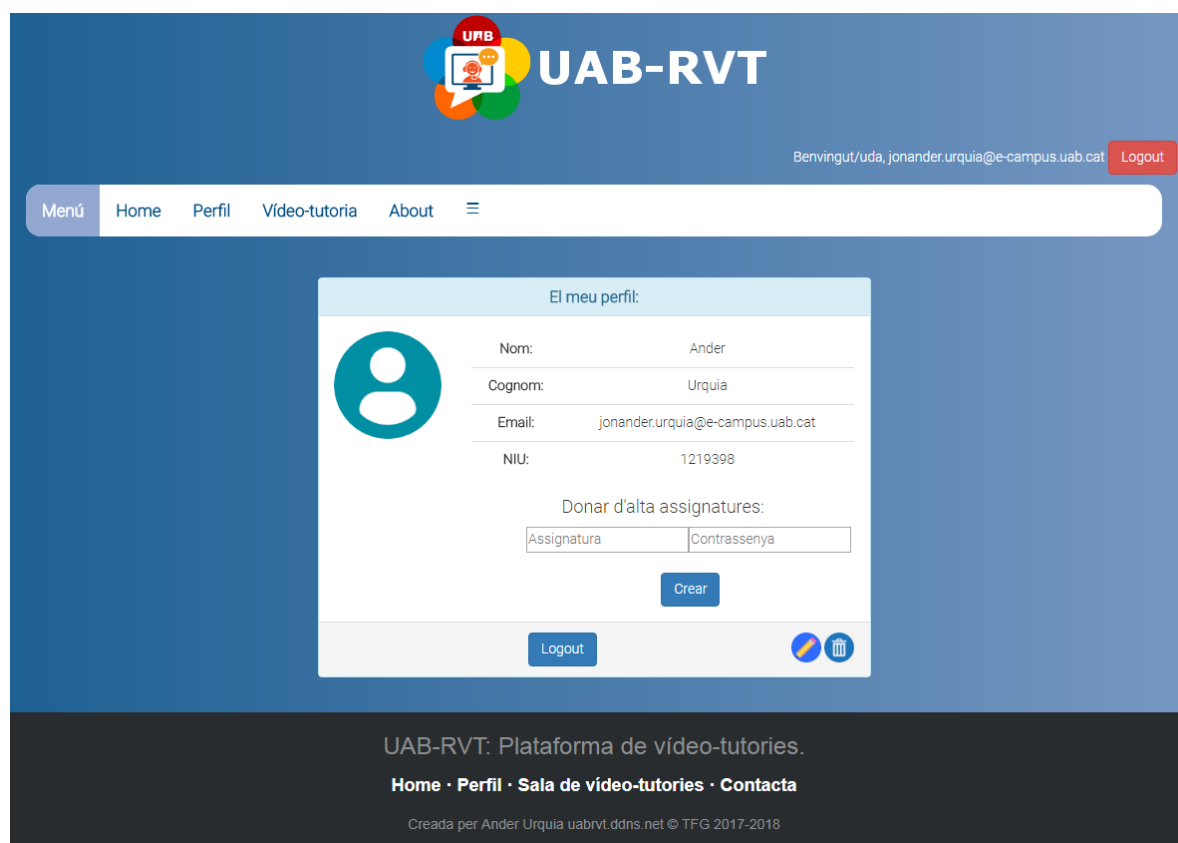
Formulari de registre



The screenshot shows the UAB-RVT user interface. At the top, there is a logo with the text 'UAB-RVT' and a navigation bar with links: 'Menú', 'Home', 'Perfil', 'Vídeo-tutoria', and 'About'. The user is logged in as 'Benvingut/uda, test@test.com' with a 'Logout' button. The main content area is titled 'El meu perfil:' and displays a profile card. The card includes a circular profile picture placeholder and a table of user information:

Nom:	Test
Cognom:	Test
Email:	test@test.com
NIU:	1234567

Below the table, there is a section 'Inscriure's a assignatures:' with input fields for 'Assignatura' and 'Contrassenya', and a blue 'Inscriure's' button. At the bottom of the profile card, there is a 'Logout' button and two icons (a pencil and a trash can). The footer contains the text 'UAB-RVT: Plataforma de vídeo-tutories.', navigation links 'Home · Perfil · Sala de vídeo-tutories · Contacta', and copyright information 'Creada per Ander Urquia uabrvt.ddns.net © TFG 2017-2018'.

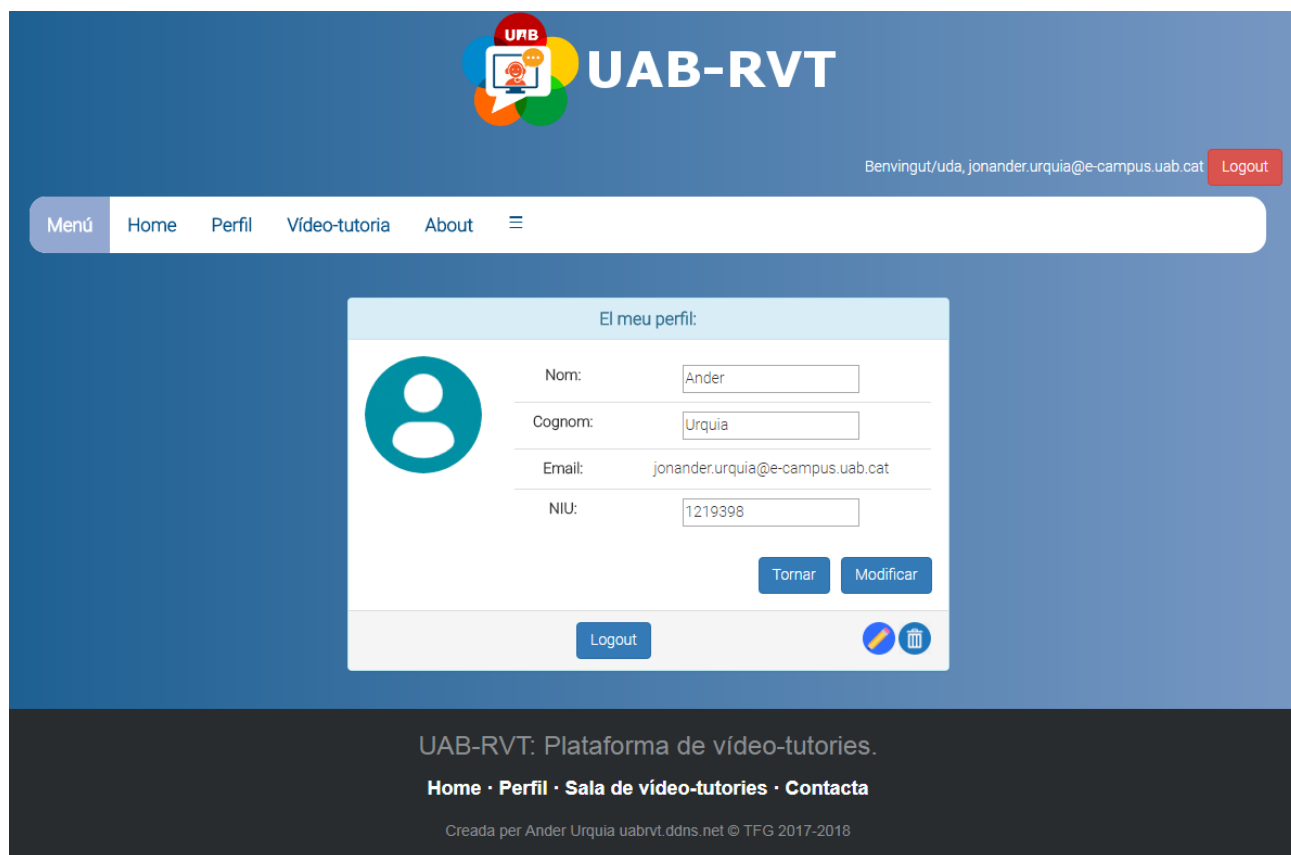
Perfil d'usuari - Alumne

The screenshot shows the UAB-RVT user interface for a professor. The layout is similar to the student profile, but the user is logged in as 'Benvingut/uda, jonander.urquia@e-campus.uab.cat'. The profile card displays the following information:

Nom:	Ander
Cognom:	Urquia
Email:	jonander.urquia@e-campus.uab.cat
NIU:	1219398

The section 'Donar d'alta assignatures:' has input fields for 'Assignatura' and 'Contrassenya', and a blue 'Crear' button. The 'Logout' button and icons are also present. The footer is identical to the student profile, showing 'UAB-RVT: Plataforma de vídeo-tutories.', navigation links, and copyright information.

Perfil d'usuari - Professor



The screenshot shows the UAB-RVT web application interface. At the top, there is a logo with the text "UAB" and "UAB-RVT". Below the logo, a navigation bar contains links: "Menú", "Home", "Perfil", "Vídeo-tutoria", and "About". The main content area displays the user profile under the heading "El meu perfil:". The profile includes a circular placeholder for a profile picture and a form with the following fields: "Nom:" (Ander), "Cognom:" (Urquia), "Email:" (jonander.urquia@e-campus.uab.cat), and "NIU:" (1219398). There are buttons for "Tornar", "Modificar", and "Logout". At the bottom, there is a footer with the text "UAB-RVT: Plataforma de vídeo-tutories.", navigation links "Home · Perfil · Sala de vídeo-tutories · Contacta", and a copyright notice "Creada per Ander Urquia uabrvt.ddns.net © TFG 2017-2018".

Perfil d'usuari - Editar



The screenshot shows the UAB-RVT web application interface on a mobile device. The top status bar shows the time as 11:18. The browser address bar shows the URL "https://uabrvt.ddns.net/vtutorship.ph". The main content area displays the video tutorial room under the heading "Sala de vídeo-tutories:". There is a text input field containing the room ID "bc86eycy9qr". Below the input field are three buttons: "Crear sala", "Unir-se", and "Auto crear/unir-se a la sala". At the bottom, there are two video feeds showing participants in the room.

Il·lustració 8 Captura de pantalla d'una vídeo tutoria amb dos dispositius mòbil